PART3 電場

目標　電場という，新しいベクトル量を学びましょう。

Chapter1　電場

電場

電荷のまわりには**電場（電界）**ができる。電場は，**電荷に対して力を及ぼす**空間そのものの性質である。

電場はベクトル量であり，正の電荷は電場と同じ向きに，負の電荷は電場と逆向きに力を受ける。また，その大きさは電場の強さと電気量に比例する。式でまとめると

（$\vec{F}$：力 [N]，q：電荷 [C]，$\vec{E}$：電場 [N/C]）

重要

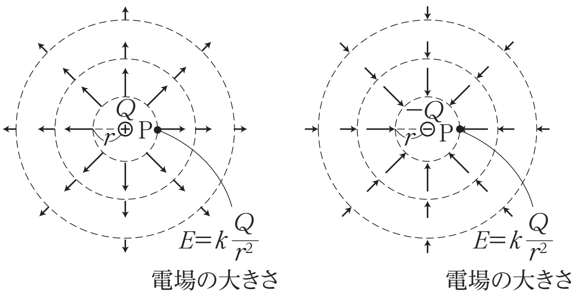
遠隔作用であったクーロン力を，**近接作用**として考えるために，**電場**という概念を導入します。なお，電場と電界は同じものです。

重要

クーロン力を，改めて，**電場を通して直接伝わる力**と，とらえ直します。

点電荷のまわりの電場

点電荷のまわりには電場が生じる。正の電荷は自身から**遠ざかる**向きに，負の電荷は自身に**近づく**向きに電場を生む。



また，その大きさは**電気量に比例**し，観測点までの**距離の 2 乗に反比例**する。

（E：電場の強さ　　k：クーロンの法則の比例定数

Q：電気量の大きさ　　r：電荷から観測点までの距離）

重要

$\vec{F} = q\vec{E}$

重要

実際に問題を考えるときは，

電場を生む電荷

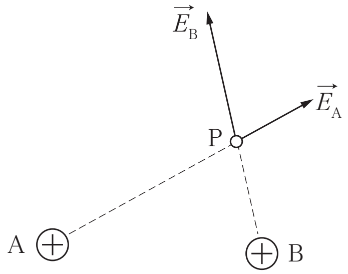
と，

電場から力を受ける電荷

を区別して考えましょう。

電場の重ね合わせ

空間内にいくつかの電荷が存在するとき，ある観測点における電場は，各電荷による電場を**ベクトルとして和をとったもの**となる。



まとめ

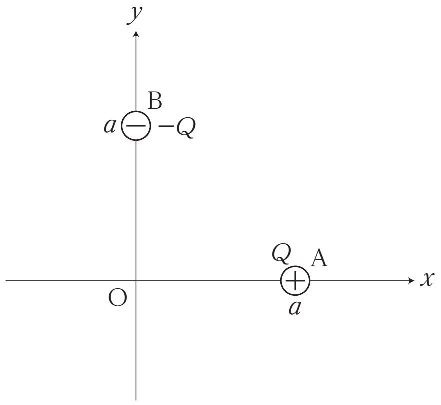
電場は，電荷に対して力を及ぼす

電場から受ける力：$\vec{F} = q\vec{E}$

点電荷のまわりの電場：$E = k\dfrac{Q}{r^2}$

Chapter2　演習問題

xy 平面上の点 A(a, 0) に電気量 Q($Q > 0$) の点電荷が，点 B (0, a) に電気量 $-Q$ の点電荷が固定されている。クーロンの法則の比例定数を k とする。



問1　点 A の電荷が原点 O につくる電場の大きさと向きを求めよ。

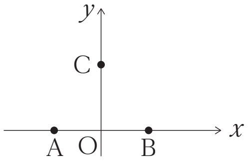
問2　点 B の電荷が原点 O につくる電場の大きさと向きを求めよ。

問3　原点 O に生じる合成電場の大きさを求めよ。

< Note >

第 11 講　PART3　確認問題

問 1　図のような xy 平面上の点 A$(-r,\ 0)$ に電気量 $2Q(Q>0)$ の点電荷が固定され，点 B$(r,\ 0)$ に電気量 $2Q$ の点電荷が固定されている。なお，クーロンの法則の比例定数を k とする。



(1)　点 A にある点電荷が点 C$(0,\ \sqrt{3}\,r)$ につくる電場の大きさとして最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。

① $k\dfrac{Q}{2r^2}$　② $k\dfrac{2Q}{r^2}$

③ $k\dfrac{Q^2}{2r^2}$　④ $k\dfrac{2Q^2}{r^2}$

(2)　点 B にある点電荷が点 C$(0,\ \sqrt{3}\,r)$ につくる電場の大きさとして最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。

① $k\dfrac{Q}{2r^2}$　② $k\dfrac{2Q}{r^2}$

③ $k\dfrac{Q^2}{2r^2}$　④ $k\dfrac{2Q^2}{r^2}$

(3)　点 C$(0,\ \sqrt{3}\,r)$ における電場の大きさとして最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。

① $k\dfrac{\sqrt{3}Q}{2r^2}$　② $k\dfrac{2\sqrt{3}Q}{r^2}$

③ $k\dfrac{\sqrt{3}Q^2}{2r^2}$　④ $k\dfrac{2\sqrt{3}Q^2}{r^2}$

(4)　点 C$(0,\ \sqrt{3}\,r)$ における電場の向きとして最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。

① x 軸の正の向き　② x 軸の負の向き

③ y 軸の正の向き　④ y 軸の負の向き

< Note >

第 11 講　電気

PART1　静電気

ア　導体

イ　絶縁体

ウ　電子

エ　異

オ　同

カ　静電誘導

PART2　クーロンの法則

問 1　4.5×10^{-11} N　x 軸の負方向

問 2　4.5×10^{-11} N　x 軸の正方向

PART3　電場

問 1　$k\dfrac{Q}{a^2}$　x 軸の負の向き

問 2　$k\dfrac{Q}{a^2}$　y 軸の正の向き

問 3　$\dfrac{\sqrt{2}kQ}{a^2}$

PART4　電位

問 1　0

問 2　$\dfrac{5-\sqrt{5}}{5}\cdot\dfrac{kQ}{r}$

問 3　$\dfrac{5-\sqrt{5}}{5}\cdot\dfrac{kQq}{r}$

問 4　$\dfrac{5-\sqrt{5}}{5}\cdot\dfrac{kQq}{r}$

PART5　一様な電場

問 1　200 V/m

問 2　20 V

問 3　60 V

問 4　4.0×10^{-4} N

問 5　8.0×10^{-5} J

PART6　電気力線とガウスの法則

問 1　$4\pi kQ$ 本

問 2　$4\pi r^2$

問 3　$\dfrac{kQ}{r^2}$

PART7　物質内の電場

問 1　$\varepsilon_r \varepsilon_0 = 4.0\varepsilon_0$

問 2　2.5 V/m

PART8　コンデンサー

問 1　6.0×10^{-6} C

問 2　3.0×10^{-6} C

PART9　コンデンサーと誘電体

問 1　6.0μF

問 2　1.2×10^{-5} C

PART10　合成容量

問 1　1.2μF

問 2　5.0μF

PART11　コンデンサーの接続

9.0×10^{-6} C

PART12　静電エネルギー

問1　9.0×10^{-6} J

問2　9.0×10^{-6} J

第 11 講　PART3　確認問題　解答

問 1

(1)　①

解説：

$|\vec{E}_A| = k\dfrac{2Q}{(2r)^2} = k\dfrac{Q}{2r^2}$

(2)　①

解説：

$|\vec{E}_B| = k\dfrac{2Q}{(2r)^2} = k\dfrac{Q}{2r^2}$

(3)　①

解説：

$\vec{E}_A$ と $\vec{E}_B$ を合成すると，x 成分が打ち消される。

$\vec{E}_A$ と $\vec{E}_B$ の y 成分は，ともに y 軸の正の向きに，

$$k\frac{Q}{2r^2}\times\frac{\sqrt{3}}{2} = k\frac{\sqrt{3}\,Q}{4r^2}$$

であるから，点 C における電場は y 軸の正の向きに，

$$k\frac{\sqrt{3}\,Q}{4r^2}\times 2 = k\frac{\sqrt{3}\,Q}{2r^2}$$

(4)　③

解説：

(3)より，点 C における電場は y 軸の正の向き。